

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re the application of:

Inventor(s) : Kazutaka HATTORI *et al.*  
Serial Number : NEW  
Filed : July 24, 2003 (herewith)  
For : FUEL INJECTION SYSTEM FOR DIESEL ENGINES

**CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

The Honorable Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

July 24, 2003

Dear Sir:

The benefit of the filing date of the following foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2002-216824 filed July 25, 2002.

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. § 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

In the event any fees are required, please charge our deposit account  
No. 22-0256.

Respectfully submitted,  
VARNDELL & VARNDELL, PLLC



R. Eugene Varndell, Jr.  
Attorney for Applicants  
Registration No. 29,728

Atty. Case No. VX032541  
106-A South Columbus Street  
Alexandria, VA 22314  
(703) 683-9730  
\\V:\Vdocs\W\_Docs\July03\PO-152-2541 CTP.doc

Va

KUMUSO79

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-216824

[ST.10/C]:

[JP2002-216824]

出 願 人

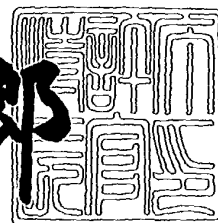
Applicant(s):

株式会社小松製作所

2003年 6月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042925

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 AS02003  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 F02B 23/06  
 F02F 3/26  
 F02M 45/08

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社 小松製作所  
 研究所内

【氏名】 服部 和隆

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社 小松製作所  
 研究所内

【氏名】 室谷 泰輔

【特許出願人】

【識別番号】 000001236

【氏名又は名称】 株式会社 小松製作所

【代理人】

【識別番号】 100071054

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 高久

【代理人】

【識別番号】 100106068

【弁理士】

【氏名又は名称】 小幡 義之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006460

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ディーゼルエンジンの燃料噴射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディーゼルエンジン（１）の燃焼室（２）内に向けて燃料を噴射する燃料噴射ノズル（８）と、

前記燃料に対して不活性な不活性材が供給される不活性材供給路（１５）とを備え、

前記燃料噴射ノズル（８）から燃料を、前記不活性材供給路（１５）から供給される不活性材に向けて噴射させること

を特徴とするディーゼルエンジンの燃料噴射装置。

【請求項 2】 前記不活性材供給路（１５）から供給される不活性材の量を制御する制御手段（５）を具えたこと

を特徴とする請求項 1 記載のディーゼルエンジンの燃料噴射装置。

【請求項 3】 前記不活性材供給路（１５）に連通し、前記燃料噴射ノズル（８）から噴射された燃料が通過する燃料通路（１６、１７）を備え、

前記不活性材供給路（１５）は、前記燃料通路（１６、１７）の断面中心からオフセットされた位置で、当該燃料通路（１６、１７）に連通していること

を特徴とする請求項 1 記載のディーゼルエンジンの燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ディーゼルエンジンに関するものである。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンに比較して熱効率に優れていて過酷な条件（高負荷連続運転）に耐えるなどの利点を有している。しかし一方で窒素酸化物 $\text{NO}_x$ やすす（粒子状排出物）が排出されたりするなど排気が清浄ではなく、環境的に好ましくないなどの不利な点もある。したがって $\text{NO}_x$ の低減、すすの低減がディーゼルエンジンには要求されている。

【0003】

ディーゼルエンジンでは、ピストンによって圧縮した燃焼室（圧縮室）内に燃料噴射ノズルの噴孔から燃料を噴射して噴霧を生成して燃料を燃焼させる。

【0004】

通常のディーゼルエンジンでは、燃料噴射ノズルの噴孔から上死点（T. D. C）付近の所定の噴射期間中に燃料を燃焼室内（筒内）に噴射させて燃焼エネルギーを発生させるようにしている。

しかし燃焼室が高温となるため窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）が多く発生する。また燃焼室内で局所的に混合気が過濃な部分が生じて、すすが発生する。

【0005】

そこで、従来より、予め燃料と水を混合した水エマルジョン燃料を燃料噴射ノズルから燃焼室内に噴射し、窒素酸化物の生成を抑制する試みがなされている。

【0006】

すなわち水エマルジョン燃料が燃料噴射ノズルから噴射されると、水の蒸発潜熱、水の持つ大きい比熱の影響によって燃料室内の熱容量が増大する。このため燃焼室の燃焼温度が低下する。

【0007】

また水エマルジョン燃料を噴射すると、燃焼室内で燃料と水とが均等に分散され、ミクロ的にみれば不活性な水蒸気によって燃料の粒が覆われた状態になるため、燃料の着火遅れが生じ、燃料と吸入空気との混合が促進された状態で燃焼が始まる。このため局所的な燃焼場における高温化を回避できる。

【0008】

このように燃焼室の燃焼温度が低下するとともに局所的な燃焼場における高温化を回避できるため窒素酸化物の生成を抑制することができる。また局所的に混合気が過濃になることを回避できるため、すすの生成を抑制することができる。

【0009】

水エマルジョン燃料を用いると、窒素酸化物は1/5まで低減されるといわれている。

【0010】

しかし水エマルジョン燃料は、燃料と水を予め混合した上で噴射しなければならないため、ディーゼルエンジンにかかる負荷の大きさや温度条件などに応じて、混合比を任意に、かつ短時間の間に変化させる制御を行うことが難しく、燃料と水の混合比を一定の比率で使用せざるを得ない。

【0011】

一定負荷で稼動する発電機などの用途にディーゼルエンジンを用いる場合には、燃料と水の混合比を一定の比率にしたとしても問題はないものの、負荷や温度条件などが絶えず変動する建設機械などの用途にディーゼルエンジンを用いる場合には、負荷の大きさや温度条件などによっては燃焼状態が悪化するという問題が発生する。

【0012】

たとえば定格点で稼動するなどの高負荷に合わせて水を多めに混合した場合には、ローアイドル時などの低負荷のときに燃焼温度が適温にならず未燃燃料が大量に排出されるという問題がある。逆に低負荷に合わせて水を少なく混合した場合には高負荷のときに燃焼温度が高くなり窒素酸化物が大量に排出されるという問題が発生する。

【0013】

そこで燃料と水の混合比を、負荷の大きさや温度条件などに応じて任意に、かつ短時間の間に変化させる方法が以下のように試みられている。

【0014】

1) 燃料と水の噴射ノズルを別々に設け、両噴射ノズルから噴射された水と燃料とを燃焼室内で混合させる。

【0015】

2) 噴射ノズルに、水と燃料を交互に所定量ずつ供給して、噴射ノズルから水と燃料を交互に噴射して燃焼室内で混合させる。

【0016】

上記いずれの方法1)、2)も、燃焼室内で水が噴射されたところに、燃料が噴射されるため、燃焼室内で燃料と水とが均等に分散しにくい。このため、ミクロ的にみて不活性な水蒸気によって燃料の粒が覆われた状態になっていない局所

的な燃焼場が生成され、この局所的な燃焼場での高温化が避けられず、窒素酸化物の生成を十分に抑制することができないという問題がある。

【0017】

本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、燃料と水（不活性材）の混合比を、負荷の大きさに応じて任意に、かつ短時間の間に变化させる制御を行うことが可能で、しかも従来の水エマルジョン燃料と同等に燃焼室内で燃料と水（不活性材）とを均等に分散させることにより水エマルジョン燃料と同等に窒素酸化物の生成を抑制することを、解決課題とするものである。

【0018】

【課題を解決するための手段および作用、効果】

第1発明は、

ディーゼルエンジン（1）の燃焼室（2）内に向けて燃料を噴射する燃料噴射ノズル（8）と、

前記燃料に対して不活性な不活性材が供給される不活性材供給路（15）とを備え、

前記燃料噴射ノズル（8）から燃料を、前記不活性材供給路（15）から供給される不活性材に向けて噴射させるディーゼルエンジンの燃料噴射装置であることを特徴とする。

【0019】

第3発明によれば、図4（a）に示すように、燃料噴射ノズル8から燃料が、水供給路15から供給される水（燃料に対して不活性、つまり着火性の悪い不活性材であればよく、水以外に水蒸気、アルコール、水エマルジョン燃料などでもよい）に向けて噴射される。

【0020】

水供給路15から供給される水に向けて燃料が噴射されることで、燃焼室2内で燃料と水とが均等に分散され、ミクロ的にみれば不活性な水蒸気によって燃料の粒が覆われた状態になるため、燃料の着火遅れが生じ、燃料と吸入空気との混合が促進された状態で燃焼が始まる。このため局所的な燃焼場における高温化を回避できる。この結果、従来の水エマルジョン燃料を用いた場合と同等に窒素酸



化物の生成を抑制することができる。

【 0 0 2 1 】

また水供給路 1 5 から供給される水の供給量を調整することで、負荷の大きさや温度条件などに応じて任意に、かつ短時間の間に、燃料と水との混合比率を変化させる制御を行うことが可能である。

【 0 0 2 2 】

なお水供給路 1 5 から供給される水を、水保持部 1 6 で保持してもよい。この場合、水保持部 1 6 で保持されている水に向けて燃料が噴射される。

【 0 0 2 3 】

第 2 発明は、第 1 発明において、

前記不活性材供給路（1 5）から供給される不活性材の量を制御する制御手段（5）を具えたことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

第 2 発明によれば、図 1 に示すように E C U（制御手段）5 によって、水供給路 1 5 から供給される水の量を変化させることができる。このため負荷の大きさや温度条件などに応じて任意に、かつ短時間の間に、燃料と水との混合比率を変化させることができる。

【 0 0 2 5 】

第 3 発明は、第 1 発明において、

前記不活性材供給路（1 5）に連通し、前記燃料噴射ノズル（8）から噴射された燃料が通過する燃料通路（1 6、1 7）を備え、

前記不活性材供給路（1 5）は、前記燃料通路（1 6、1 7）の断面中心からオフセットされた位置で、当該燃料通路（1 6、1 7）に連通しているディーゼルエンジンの燃料噴射装置であることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

第 3 発明によれば、水供給路 1 5 から供給される水に向けて燃料が噴射されるので、第 1 発明と同様の効果が得られる。

【 0 0 2 7 】

更に第 3 発明によれば、図 4（b）に示すように、水供給路 1 5 は、水保持部

(燃料通路でもある) 16、燃料通路17の断面中心からオフセットされた位置で、水保持部16に連通している。このため図4(d)に示すように、水供給路15から水保持部16に水が供給されると、水は遠心力により主に水保持部16の内周面上に保持される。このため水は、内側を通過する燃料を包み込むようにして混合され外周部に水分を多めに含んだ混合燃料状態で燃料流出口17bから燃焼室2内に噴出する。これにより不活性な水蒸気によって噴霧が覆われた状態になるため、燃料の着火遅れが更に促進され、燃料と吸入空気との混合が更に促進された状態で燃焼が始まる。このため局所的な燃焼場における高温化を更に抑制でき、窒素酸化物の生成の更なる抑制が図られる。

#### 【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の各実施形態について説明する。

#### 【0028】

##### ・第1の実施形態

図1はディーゼルエンジンの燃料噴射装置の第1の実施形態の全体構成を示している。

#### 【0029】

すなわちディーゼルエンジン1は、大きくは、シリンダ3と、シリンダ3内に摺動自在に配設され、シリンダ3内を上下に往復移動するピストン4と、ピストン4にコネクティングロッド1bを介して連結されピストン4の往復運動に応じて回転するクランクシャフト1aとから構成されている。

#### 【0030】

ピストン4の図中上部とシリンダ室が燃焼室(圧縮室)2を構成する。燃焼室2はピストン4によって混合気が圧縮される圧縮室でもあり、混合気中の燃料が燃焼する燃焼室でもある。ピストン4に形成されたキャビティは、燃焼室2内で主要な容積を占めている。

#### 【0031】

燃焼室2における燃焼の結果生成された排気ガスは、図示しない排気弁、排気管を介して外気に排出される。

#### 【0032】

エンジン 1 には空気を供給するために図示しない吸気管、吸気弁が設けられている。この吸気管と吸気弁を介して燃焼室 2 内に空気が供給される。

## 【 0 0 3 3 】

燃焼室 2 の図中上部にあってシリンダ 3 の頭部つまりシリンダヘッド 3 a には、燃料用インジェクタつまり燃料噴射ノズル 8 が設けられている。

## 【 0 0 3 4 】

実施形態ではコモンレイル式システムを想定している。

## 【 0 0 3 5 】

すなわち燃料タンク内の燃料は燃料用高圧ポンプ 6 によって吸い込まれコモンレール 7 を介して燃料噴射ノズル 8 に圧送される。燃料用高圧ポンプ 6 はエンジン 1 の回転に応じて駆動されるポンプであり一回転当たり一定容積の燃料を吐出する。なおユニットインジェクタシステムやジャーク式列型ポンプを用いてもよい。

## 【 0 0 3 6 】

燃料噴射ノズル 8 の先端には、たとえば 6 つの噴孔 1 3 が形成されている（図 2（a）参照）。噴孔 1 3 を介してシリンダ 3 内（気筒内）つまり燃焼室 2 内に燃料が噴射される。

## 【 0 0 3 7 】

燃料噴射ノズル 8 から燃料が噴射される際に、燃料は微粒化され、燃焼室 2 内に噴霧が生成される。この噴霧が、吸気管を介して供給された空気と混合して、混合気となる。そして燃焼室 2 が圧縮されて着火温度に達すると混合気が燃焼する。

## 【 0 0 3 8 】

本実施形態では、後述するように、燃料に対して不活性な、つまり着火性の悪い水を、燃料噴射ノズル 8 の噴孔 1 3 の出口近傍に供給することで、燃料と水とを所定の混合比率で燃焼室 2 内に噴射するようにしている。

## 【 0 0 3 9 】

すなわち水タンク 9 内の水は水圧送ポンプ 1 0 によって吸い込まれ水通路 1 1 を介して燃料噴射ノズル 8 の噴孔 1 3 の出口近傍に供給される。水通路 1 1 には

水注入コントロールバルブ 1 2 が設けられている。水注入コントロールバルブ 1 2 が開弁している時間に比例した量の水が燃料噴射ノズル 8 の噴孔 1 3 の出口近傍に供給されることになる。

## 【 0 0 4 0 】

なお燃料噴射ノズル 8 内の針弁によって噴孔 1 3 が開口している時間（針弁がリフトしている時間）に比例した量の燃料が燃焼室 2 内に噴射されることになる。

## 【 0 0 4 1 】

燃焼室 2 内での燃料と水との混合比率は、エンジン 1 のクランクシャフト 1 a の 1 回転あたりに燃料噴射ノズル 8 の噴孔 1 3 から噴射される燃料の量（以下燃料噴射量）と、同じくクランクシャフト 1 a の 1 回転あたりに水通路 1 1 を介して噴孔 1 3 の出口近傍に供給される水の量（以下注水量という）との比率によって定まる。したがって燃焼室 2 内での燃料と水との混合比率は、クランクシャフト 1 a の 1 回転あたりの噴孔 1 3 の開口時間と、同じくクランクシャフト 1 a の 1 回転あたりの水注入コントロールバルブ 1 2 の開弁時間との比率によって定まる。

## 【 0 0 4 2 】

ECU（電気的・コントロール・ユニット）5 は、上記噴孔 1 3 の開口時間、水注入コントロールバルブ 1 2 の開弁時間を制御する制御手段であり、実施形態では、エンジン 1 の回転数、クランクシャフト 1 a の回転角度（以下クランク角度）、エンジン 1 の負荷、エンジン 1 の油温、水温、吸気温度、排気温度等を各種センサの出力信号として取り込み、燃焼室 2 内における燃料と水との混合比率が最適な値となるように燃料噴射量、注水量を制御する。すなわち ECU 5 は、燃料噴射ノズル 8 に噴孔開口指令を、また水注入コントロールバルブ 1 2 に水通路開弁指令を出力して、燃料噴射量、注水量を制御し、燃焼室 2 内における燃料と水との混合比率を最適な値にする。

## 【 0 0 4 3 】

また ECU 5 は燃料用高圧ポンプ 6、水圧送ポンプ 1 0 を制御する。

## 【 0 0 4 4 】

燃料噴射ノズル 8 と、この燃料噴射ノズル 8 の外側に設けられた水供給機構と燃料通路について図 2 を参照して説明する。

## 【0045】

図 2 (a) は燃料噴射ノズル 8 の縦断面図を示している。シリンダヘッド 3 a には、燃焼室 2 側 (図中下側) に突出されるよう突出部 3 b が形成されている。燃料噴射ノズル 8 は、噴孔 1 3 が、シリンダヘッド突出部 3 b に位置されるように、シリンダヘッド 3 a に配設されている。

## 【0046】

シリンダヘッド 3 a には、水通路 1 1、水注入路 1 1 a、水環路 1 4 が形成されるとともに、シリンダヘッド突出部 3 b には、水供給路 1 5、水保持部 1 6、燃料通路 1 7 が形成されている。

## 【0047】

水通路 1 1 は水注入路 1 1 a に連通し、この水注入路 1 1 a は水環路 1 4 に連通し、この水環路 1 4 は水供給路 1 5 に連通し、この水供給路 1 5 は水保持部 1 6 に連通している。また噴孔 1 3 は僅かな空隙を介して燃料通路 1 7 に連通し、この燃料通路 1 7 は水保持部 1 6 に連通している。水保持部 1 6 の出口である燃料流出口 1 7 b は、燃焼室 2 に向け開口している。

## 【0048】

水通路 1 1 と水注入路 1 1 a との間には水注入コントロールバルブ 1 2 が介在されている。

## 【0049】

図 2 (b) は図 2 (a) を矢視 A からみた図で、燃料噴射ノズル 8 の先端部外周の構成を示している。水環路 1 4 は、燃料噴射ノズル 8 の先端部の外周を囲むように環状に形成されている。水供給路 1 5、水保持部 1 6 は、燃料噴射ノズル 8 の先端部の外周に沿い、図 2 (b) に示すように 6 つの噴孔 1 3 に対応する位置に 6 つ形成されている。燃料通路 1 7 についても同様に、燃料噴射ノズル 8 の先端部の外周に沿い、6 つの噴孔 1 3 に対応する位置に 6 つ形成されている。

## 【0050】

このため水注入コントロールバルブ 1 2 が開弁するのに応じて水通路 1 1 から

水注入路 1 1 a に水が流入し、水注入路 1 1 a、水環路 1 4、水供給路 1 5 を介して水保持部 1 6 に水が供給され水が保持される。水注入コントロールバルブ 1 2 の開弁時間に応じて水供給路 1 5 に供給される水の供給量、水保持部 1 6 で保持される水の保持量が定まる。

## 【 0 0 5 1 】

また噴孔 1 3 が開口すると、燃料は燃料通路 1 7、水保持部 1 6 を通過する。このように水保持部 1 6 は水が供給、保持される部位であるとともに燃料が通過する部位でもあり、燃料が水保持部 1 6 に保持されている水に噴射されることで、燃料と水とが混合した混合燃料が燃料流出口 1 7 b から燃焼室 2 内に噴出される。

## 【 0 0 5 2 】

図 2 では燃料噴射ノズル 8 の外側の水供給機構（水通路 1 1、水注入路 1 1 a、水環路 1 4、水供給路 1 5、水保持部 1 6）、燃料通路 1 7 をシリンダヘッド 3 a に形成しているが、図 3 に示すように燃料噴射ノズル 8 の外側に水供給用ボディ 1 8 を設けて、この水供給用ボディ 1 8 内に、図 2 と同様な水供給機構（水通路 1 1、水注入路 1 1 a、水環路 1 4、水供給路 1 5、水保持部 1 6）、燃料通路 1 7 を形成してもよい。

## 【 0 0 5 3 】

図 4 (a)、(b)、(c) は、図 3 に示す水供給用ボディ 1 8 の一部を破断面で示しており、噴孔 1 3 の出口近傍の構成を示している。

## 【 0 0 5 4 】

図 4 (a) は燃料噴射ノズル 8 の縦断面図を示し、図 4 (b) は図 4 (a) を矢視 B からみた図つまり噴孔 1 3 を正面からみた図であり、図 4 (c) は図 4 (b) を矢視 C からみた図である。

## 【 0 0 5 5 】

図 4 (a) に示すように燃料通路 1 7、水保持部 1 6 はそれらの通路中心軸が、噴孔 1 3 からの燃料噴射方向と一致するよう水供給用ボディ 1 8 に形成されている。燃料通路 1 7 の入口である燃料流入口 1 7 a は、噴孔 1 3 に向け開口している。燃料通路 1 7 と水保持部 1 6 はそれらの通路断面が円形若しくは略円形状

に形成されており、断面中心（円中心）が一致している。燃料通路 1 7、水保持部 1 6 はそれぞれ、水保持部 1 6 の径の方が大きい異径の断面を有している。

## 【 0 0 5 6 】

図 4（b）に示すように、水供給路 1 5 は、燃料通路 1 7、水保持部 1 6 の断面中心からオフセットされた位置で、水保持部 1 6 に連通している。

## 【 0 0 5 7 】

以下第 1 の実施形態の動作について説明する。なお以下の説明では実施形態のエンジン 1 が建設機械など、稼働中に負荷が大きく変動する機械に搭載された場合を想定して説明する。

## 【 0 0 5 8 】

第 1 の実施形態のタイミングチャートは図 5（b）、（c）、（d）、図 5（f）、（g）、（h）に示される。図 5（b）、（c）、（d）はエンジン 1 がローアイドル点（ローアイドル回転数、無負荷）で稼働している場合など、低負荷時の制御例 1、制御例 2、制御例 3 をそれぞれ示し、図 5（f）、（g）、（h）はエンジン 1 が定格点（定格回転数、最大出力）で稼働している場合など、高負荷時の制御例 1、制御例 2、制御例 3 をそれぞれ示している。

## 【 0 0 5 9 】

図 5 は横軸にピストン 4 の往復移動に応じて回転するクランクシャフト 1 a のクランク角度をとり、クランク角度に対応して、着火（矢印で示す）、燃料噴射（凸で示す）、注水（ハッチングで示す）のタイミングを示したものである。燃料噴射の凸部の長さは、燃料噴射量に対応し、この燃料噴射量は前述したように噴孔 1 3 の開口時間に対応している。注水のハッチング部の長さは、注水量に対応し、この注水量は前述したように水注入コントロールバルブ 1 2 の開弁時間に対応している。

## 【 0 0 6 0 】

図 5（a）、（e）はそれぞれ低負荷時、高負荷時における通常のディーゼルエンジンのタイミングチャートを示しており、上述したように圧縮行程（下死点（B. D. C）～上死点（T. D. C））のうち上死点（T. D. C）近傍の所定の時期に燃料が噴射され、着火する。

【 0 0 6 1 】

以下制御例 1 が E C U 5 で実行される場合について説明する。

【 0 0 6 2 】

E C U 5 で現在エンジン 1 が低負荷であることが判断されると、E C U 5 は、燃料噴射が開始される 0 ～数ミリ s e c 手前から注水が開始され燃料噴射の途中で注水が終了するように、水通路開弁指令を水注入コントロールバルブ 1 2 に出力する。また E C U 5 は、通常の燃料噴射時期（図 5（a））よりも早い時期に燃料噴射が開始されるように噴孔開口指令を燃料噴射ノズル 8 に出力する（図 5（b）参照）。

【 0 0 6 3 】

燃料噴射開始前に注水を始めるようにしたのは、噴孔 1 3 から燃料の噴射が開始される前に予め水保持部 1 6 に水を保持しておくためである。水保持部 1 6 の最大水保持量は、エンジン 1 が定格点（最大出力）で稼動している場合の燃料量に応じた量に設定されておかれる。

【 0 0 6 4 】

水注入コントロールバルブ 1 2 が開弁すると、水通路 1 1 から水注入路 1 1 a に水が流入し、水注入路 1 1 a、水環路 1 4、水供給路 1 5 を介して水保持部 1 6 に水が供給され水が保持される。

【 0 0 6 5 】

また噴孔 1 3 が開口すると、燃料噴射ノズル 8 から燃料が、水供給路 1 5 より供給され水保持部 1 6 に保持されている水に向けて噴射される。

【 0 0 6 6 】

水供給路 1 5 より供給され水保持部 1 6 に保持されている水に向けて燃料が噴射されることで、燃料と水とが混合した混合燃料が燃料流出口 1 7 b から燃焼室 2 内に噴出される。このため燃焼室 2 内で燃料と水とが均等に分散され、ミクロ的にみれば不活性な水蒸気によって燃料の粒が覆われた状態になるため、燃料の着火遅れが生じ、燃料と吸入空気との混合が促進された状態で燃焼が始まる。このため局所的な燃焼場における高温化を回避できる。この結果、従来の水エマルジョン燃料を用いた場合と同等以上に窒素酸化物の生成を抑制することができる



## 【 0 0 6 7 】

更に図 4 ( b ) に示す構成によれば、水供給路 1 5 は、燃料通路 1 7、水保持部 1 6 の断面中心からオフセットされた位置で、水保持部 1 6 に連通している。このため図 4 ( d ) に示すように、水供給路 1 5 から水保持部 1 6 に水が供給されると、水は遠心力により主に水保持部 1 6 の内周面上に保持される。このため水は、内側を通過する燃料を包み込むようにして混合され外周部に水分を多めに含んだ混合燃料状態で燃料流出口 1 7 b から燃焼室 2 内に噴出する。これにより不活性な水蒸気によって噴霧が覆われた状態になるため、燃料の着火遅れが更に促進され、燃料と吸入空気との混合が更に促進された状態で燃焼が始まる。このため局所的な燃焼場における高温化を更に抑制でき、窒素酸化物の生成の更なる抑制が図られる。

## 【 0 0 6 8 】

これを図 5 ( b ) でみると、通常のディーゼルエンジン ( 図 5 ( a ) ) よりも早い時期に燃料が噴射されたにもかかわらず、着火時期が通常のディーゼルエンジンよりも遅くなっているのがわかる ( 図 5 ( a ) 、 ( b ) 参照 ) 。

## 【 0 0 6 9 】

E C U 5 で現在エンジン 1 が高負荷であることが判断されると、E C U 5 は、同様に水通路開弁指令を水注入コントロールバルブ 1 2 に出力し、噴孔開口指令を燃料噴射ノズル 8 に出力する ( 図 5 ( f ) 参照 ) 。ただし E C U 5 は、高負荷に合わせて、低負荷時よりも注水量、噴射量の絶対値を大きくし、両者の比率が異なるように注水量、噴射量を変化させる ( 図 5 ( b ) 、 ( f ) 参照 ) 。この結果、水供給路 1 5 には、低負荷時と異なる量の水が供給され、水保持部 1 6 で、低負荷時と異なる量の水が保持される。このため水供給路 1 5 より供給され水保持部 1 6 に保持されている水に向けて噴孔 1 3 から燃料が噴射されると、低負荷時と同様にして、燃焼室 2 内で燃料と水とが均一に混合し、窒素酸化物の生成が抑制される。

## 【 0 0 7 0 】

また本第 1 の実施形態によれば、燃料と水の混合比を、負荷の大きさに応じて

任意に、かつ短時間の間に変化させることができるので、建設機械の稼動中、エンジン 1 で常に最適な燃焼が実現される。

【 0 0 7 1 】

なおエンジン 1 の始動時には、始動性向上のために注水量を零かほぼ零にするように制御することが望ましい。

【 0 0 7 2 】

以上制御例 1 の場合について説明したが、制御例 2 の場合には、ECU 5 は、制御例 1 の場合よりも早い時期に注水が開始され燃料噴射開始前に注水が終了するように、水通路開弁指令を水注入コントロールバルブ 1 2 に出力する（図 5（c）、（g）参照）。

【 0 0 7 3 】

また制御例 3 の場合には、ECU 5 は、制御例 1 の場合よりも遅い時期に注水が開始され燃料噴射終了後に注水が終了するように、水通路開弁指令を水注入コントロールバルブ 1 2 に出力する（図 5（d）、（h）参照）。

【 0 0 7 4 】

制御例 2、制御例 3 の場合も制御例 1 の場合と同様に、従来の水エマルジョン燃料を用いた場合と同等以上に窒素酸化物の生成を抑制することができ、しかも負荷が変動したとしてもエンジン 1 で常に最適な燃焼を行わせることができる。

【 0 0 7 5 】

・ 第 2 の実施形態

第 1 の実施形態では、水を不活性材として使用したが水の代わりに水蒸気を不活性材として使用してもよい。

【 0 0 7 6 】

以下第 1 の実施形態と同一のものには同一符号を付し、同等のものには第 1 の実施形態のものには符号にダッシュを付与することとし、適宜説明を省略して異なる部分について説明する。

【 0 0 7 7 】

図 6 は図 1 に相当する構成を示している。

【 0 0 7 8 】

すなわち水タンク 9 内の水は水圧送ポンプ 1 0 によって吸い込まれ水噴射ノズル 1 9 に供給される。水噴射ノズル 1 9 から水蒸気発生室 2 1 内に水が噴射され水蒸気発生室 2 1 内で水蒸気が生成される。水蒸気発生室 2 1 は、エンジン 1 の排気管 2 0 内に設けられている。水蒸気発生室 2 1 で発生した水蒸気は水蒸気通路 1 1' を介して燃料噴射ノズル 8 の噴孔 1 3 の出口近傍の水蒸気供給路 1 5'

(図 2 参照) に供給され、水蒸気保持部 1 6' (図 2 参照) で保持される。水蒸気通路 1 1' には水蒸気注入コントロールバルブ 1 2' が設けられている。水蒸気注入コントロールバルブ 1 2' が開弁している時間に比例した量の水蒸気が燃料噴射ノズル 8 の噴孔 1 3 の出口近傍の水蒸気供給路 1 5' (図 2 参照) に供給され、水蒸気保持部 1 6' (図 2 参照) で保持されることになる。

#### 【 0 0 7 9 】

図 7 は水蒸気発生室 2 1 の構成を示している。

#### 【 0 0 8 0 】

水蒸気発生室 2 1 には圧力センサ 2 3、温度センサ 2 4 が設けられているとともに、排気管 2 0 の排気通路 2 0 a には排気温度センサ 2 2 が設けられている。

#### 【 0 0 8 1 】

圧力センサ 2 3 で水蒸気発生室 2 1 内の水蒸気の圧力が検出され、温度センサ 2 4 で水蒸気発生室 2 1 内の水蒸気の温度が検出され、排気温度センサ 2 2 で排気通路 2 0 a 内の排気の温度が検出され、これら各センサの出力信号は ECU 5 に取り込まれる。ECU 5 は各センサ 2 2、2 3、2 4 の出力をフィードバックして、水蒸気発生室 2 1 内の水蒸気が所望の圧力、温度となるように、水噴射ノズル 1 9 から水蒸気発生室 2 1 内に噴射される水の噴射量を制御する。

#### 【 0 0 8 2 】

燃料噴射ノズル 8 の外側に設けられた水蒸気供給機構と燃料通路についての構成は前述した図 2 と同様であり、同図 2 に示すように、水蒸気注入コントロールバルブ 1 2' が開弁するに応じて水蒸気通路 1 1' から水蒸気注入路 1 1' a に水蒸気が流入し、水蒸気注入路 1 1' a、水蒸気環路 1 4'、水蒸気供給路 1 5' を介して水蒸気保持部 1 6' に水蒸気が供給され水蒸気が保持される。水蒸気注入コントロールバルブ 1 2' の開弁時間に応じて水蒸気供給路 1 5' に供給さ

れ水蒸気保持部 1 6' で保持される水蒸気の量（以下注水蒸気量という）が定まる。

【 0 0 8 3 】

図 2 では燃料噴射ノズル 8 の外側の水蒸気供給機構（水蒸気通路 1 1'、水蒸気注入路 1 1' a、水蒸気環路 1 4'、水蒸気供給路 1 5'、水蒸気保持部 1 6'）、燃料通路 1 7 をシリンダヘッド 3 a に形成しているが、図 8 に示すように燃料噴射ノズル 8 の外側に水蒸気供給用ボディ 1 8' を設けて、この水蒸気供給用ボディ 1 8' 内に、図 2 と同様な水蒸気供給機構（水蒸気注入路 1 1 a、水蒸気環路 1 4'、水蒸気供給路 1 5'、水蒸気保持部 1 6'）、燃料通路 1 7 を形成してもよい。

【 0 0 8 4 】

図 8 に示す水蒸気供給用ボディ 1 8 の噴孔 1 3 近傍の構成は、前述した図 4 （a）、（b）、（c）と同様である。

【 0 0 8 5 】

第 2 の実施形態のタイミングチャートは図 9 （b）、（c）、（d）、図 9 （f）、（g）、（h）に示される。図 9 （b）、（c）、（d）は第 1 の実施形態の図 5 （b）、（c）、（d）に相当し、エンジン 1 が低負荷時の制御例 1、制御例 2、制御例 3 をそれぞれ示している。図 9 （f）、（g）、（h）は第 1 の実施形態の図 5 （f）、（g）、（h）に相当し、エンジン 1 が高負荷時の制御例 1、制御例 2、制御例 3 をそれぞれ示している。

【 0 0 8 6 】

図 9 における注水蒸気のハッチング部の長さは、前述した注水蒸気量に対応し、この注水蒸気量は前述したように水蒸気注入コントロールバルブ 1 2' の開弁時間に対応している。

【 0 0 8 7 】

図 9 （a）、（e）はそれぞれ低負荷時、高負荷時における通常のディーゼルエンジンのタイミングチャートを示している。

【 0 0 8 8 】

図 5 と比較するとわかるように、水の場合よりも早い時期から噴孔 1 3 の近傍

に水蒸気を供給するようにしている。これは水蒸気は、水と比較すると移送速度が遅く、噴孔13の近傍に到達させるに時間を要するためである。

## 【0089】

ECU5は、第1の実施形態の場合と同様にして、水蒸気通路開弁指令を水蒸気注入コントロールバルブ12'に出力し、噴孔開口指令を燃料噴射ノズル8に出力する。ただしECU5は、低負荷、高負荷に応じて、注水量、噴射量の絶対値を変化させるとともに、両者の比率が異なるように注水蒸気量、噴射量を変化させる。

## 【0090】

この結果、水蒸気供給路15'には、負荷の大きさに応じた量の水蒸気が供給され、水蒸気保持部16'で、負荷の大きさに応じた量の水蒸気が保持される。このため水蒸気供給路15'より供給され水蒸気保持部16'に保持されている水蒸気に向けて噴孔13から燃料が噴射されると、第1の実施形態と同様にして、燃焼室2内で燃料と水蒸気とが均一に混合し、着火遅れが生じ窒素酸化物の生成が抑制される。

## 【0091】

また本第2の実施形態によれば、燃料と水蒸気の混合比を、負荷の大きさに応じて任意に、かつ短時間の間に変化させることができるので、建設機械の稼動中、エンジン1で常に最適な燃焼が実現される。

## 【0092】

更に水蒸気は排気管20の排気熱によって生成されており、排気エネルギーが水蒸気の圧力となって燃焼室2内に取り込まれるので、燃費が向上するという効果が得られる。

## 【0093】

なお上述した実施形態によれば、燃焼室2内で着火遅れが生じ燃料が十分に燃焼室2内で分散した状態で燃焼するため局所的に過濃な部分が生じることがなく、すすの生成を、従来の水エマルジョン燃料を用いた場合と同等以上に抑制することができる。

## 【0094】

上述した実施形態では、噴孔 1 3 から燃料を水ないしは水蒸気に向けて噴射しているが、噴孔 1 3 から燃料を噴射すべきものとしては、燃料に対して不活性、つまり着火性の悪い不活性材であればよく、水、水蒸気の代わりに、アルコール、水エマルジョン燃料を用いてもよい。

#### 【0095】

また実施形態では、水保持部 1 6 で水を保持するようにしているが、図 1 0 に示すように、水を保持することなく水供給路 1 5 から供給される水に向けて、燃料通路 1 7 を介して燃料を噴射してもよい。水蒸気についても同様である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

図 1 は第 1 の実施形態の構成を示す図である。

##### 【図 2】

図 2 (a)、(b) は図 1 の燃料噴射ノズルおよびその周辺の構成を示す図である。

##### 【図 3】

図 3 は、燃料噴射ノズルの周囲に水供給用ボディを設けた構成例を示す図である。

##### 【図 4】

図 4 (a)、(b)、(c) は図 3 の水供給用ボディの詳細な構成を示す図で、図 4 (d) は燃料が水とともに水供給用ボディから噴出される様子を概念的に示した図である。

##### 【図 5】

図 5 (a) ~ (h) はクランク角度に対応して着火時期、燃料噴射時期、注水時期を示したタイミングチャートであり、図 5 (a)、(e) は通常のディーゼルエンジンのタイミングチャートを示した図で、図 5 (b)、(c)、(d)、図 5 (f)、(g)、(h) は第 1 の実施形態のディーゼルエンジンのタイミングチャートを示した図である。

##### 【図 6】

図 6 は第 2 の実施形態の構成を示す図である。

【図 7】

図 7 は図 1 に示す水蒸気発生室の構成を示す図である。

【図 8】

図 8 は図 3 に対応する図で燃料噴射ノズルの周囲に水蒸気供給用ボディを設けた構成例を示す図である。

【図 9】

図 9 (a) ~ (h) はクランク角度に対応して着火時期、燃料噴射時期、注水時期を示したタイミングチャートであり、図 9 (a)、(e) は通常のディーゼルエンジンのタイミングチャートを示した図で、図 9 (b)、(c)、(d)、図 9 (f)、(g)、(h) は第 2 の実施形態のディーゼルエンジンのタイミングチャートを示した図である。

【図 10】

図 10 は実施形態の変形例を示した図である。

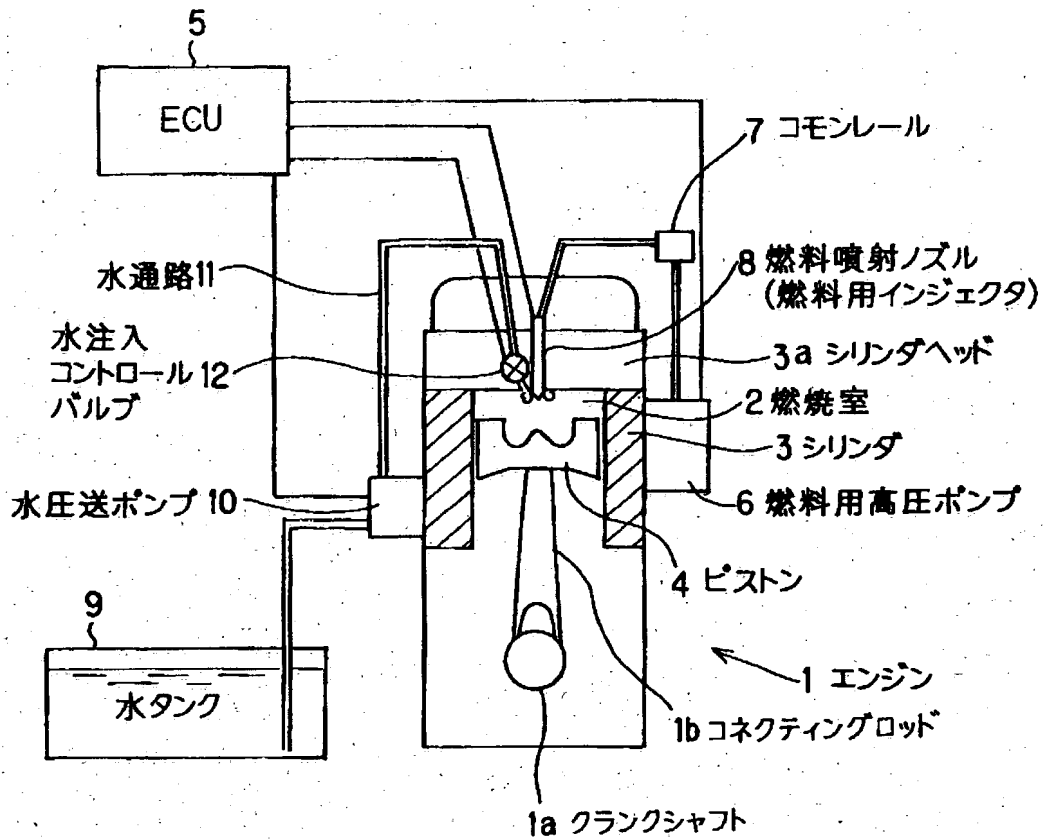
【符号の説明】

- 1 エンジン (ディーゼルエンジン)
- 2 燃焼室
- 5 ECU
- 8 燃料噴射ノズル
- 13 噴孔
- 15 水供給路 (15' 水蒸気供給路)
- 16 水保持部 (16' 水保持部)
- 17 燃料通路

【書類名】

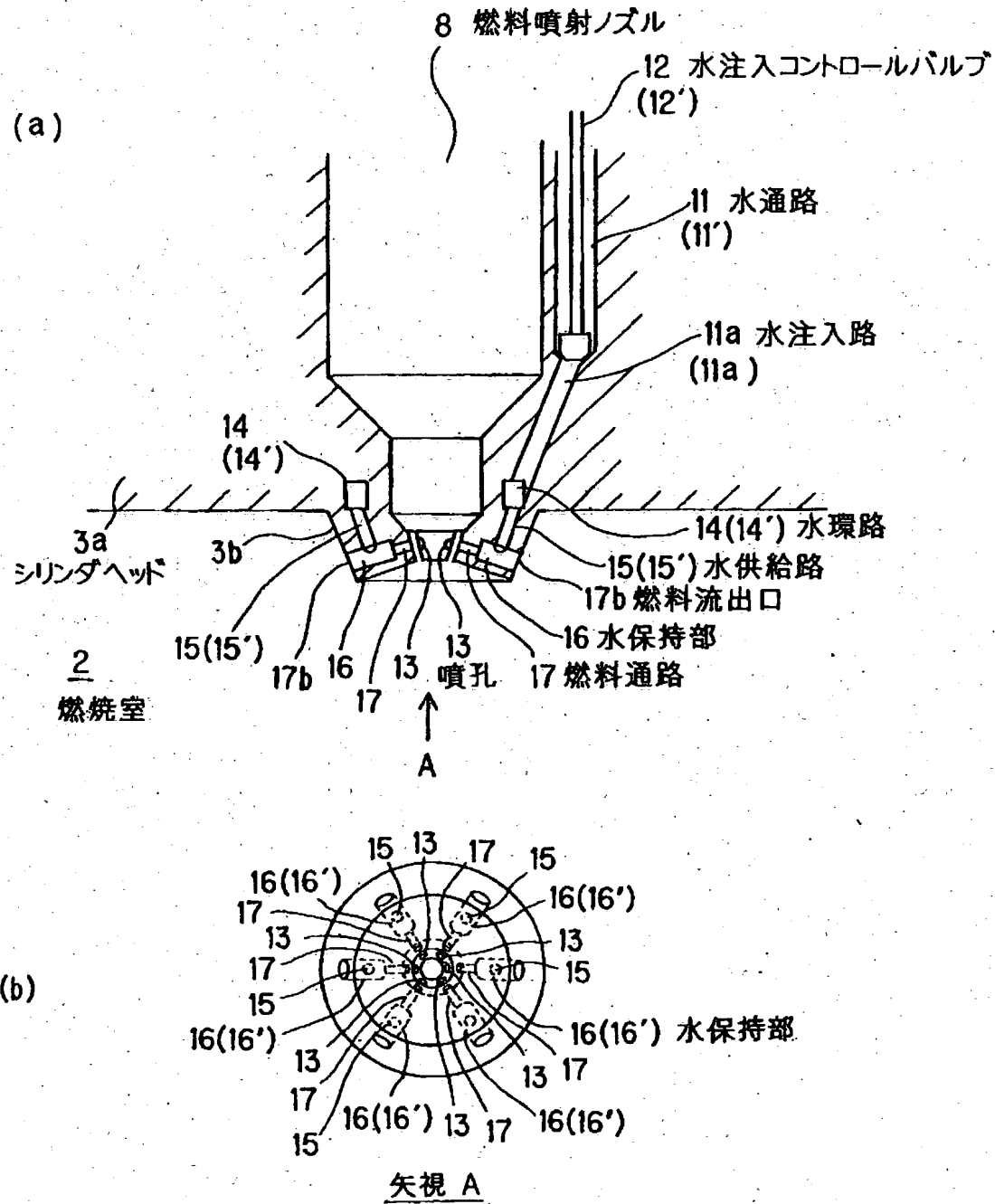
図面

【図 1】

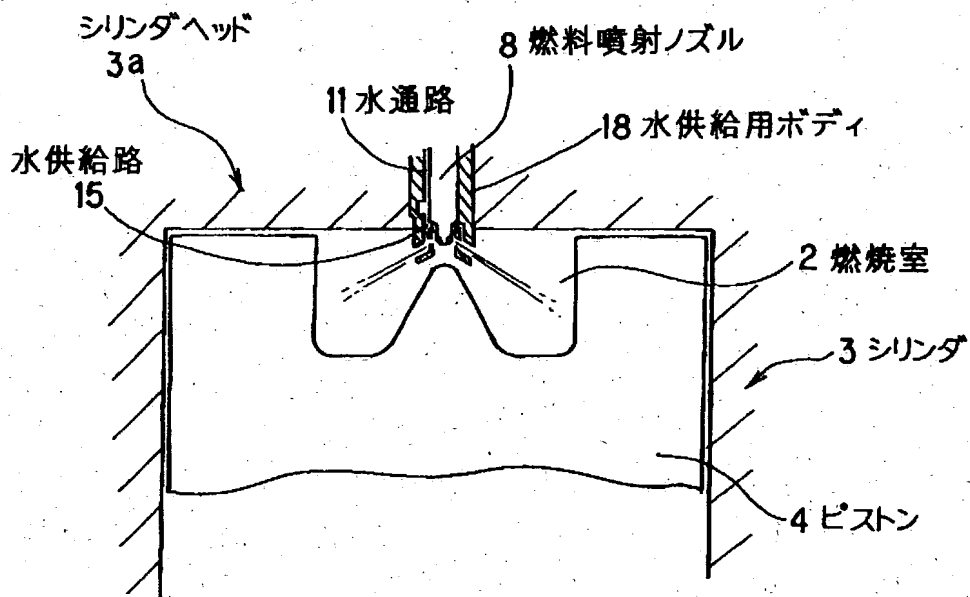




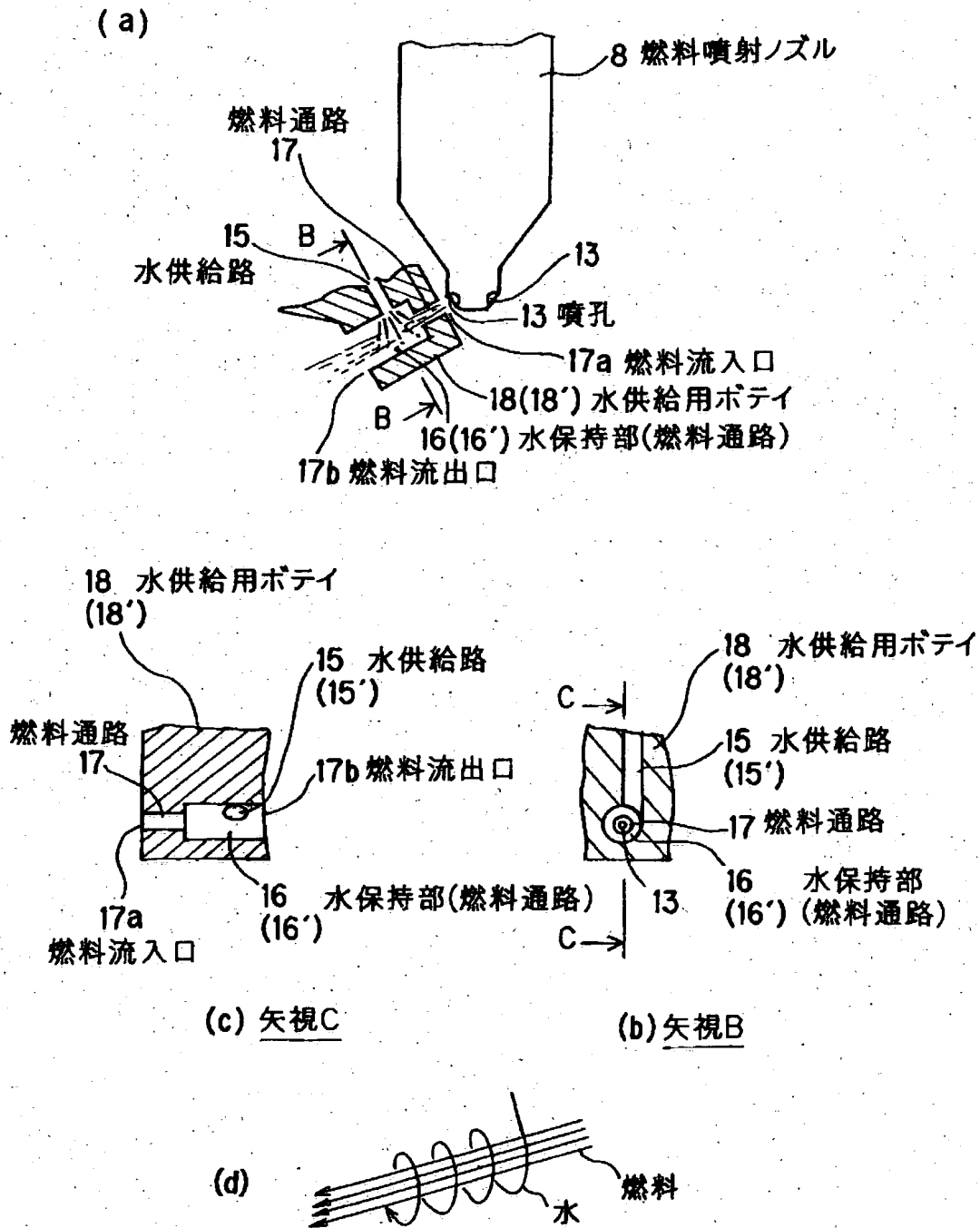
【図2】



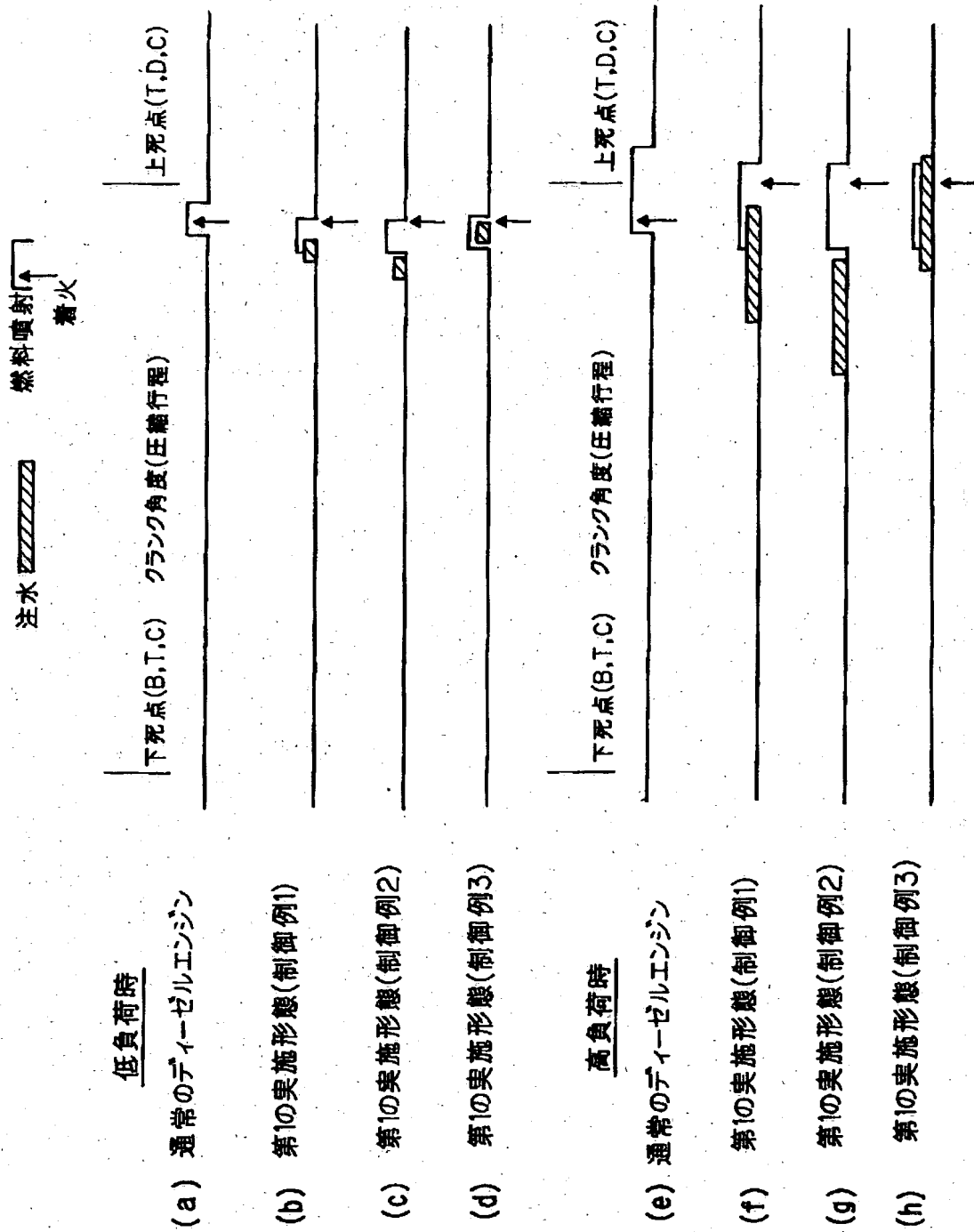
【図 3】



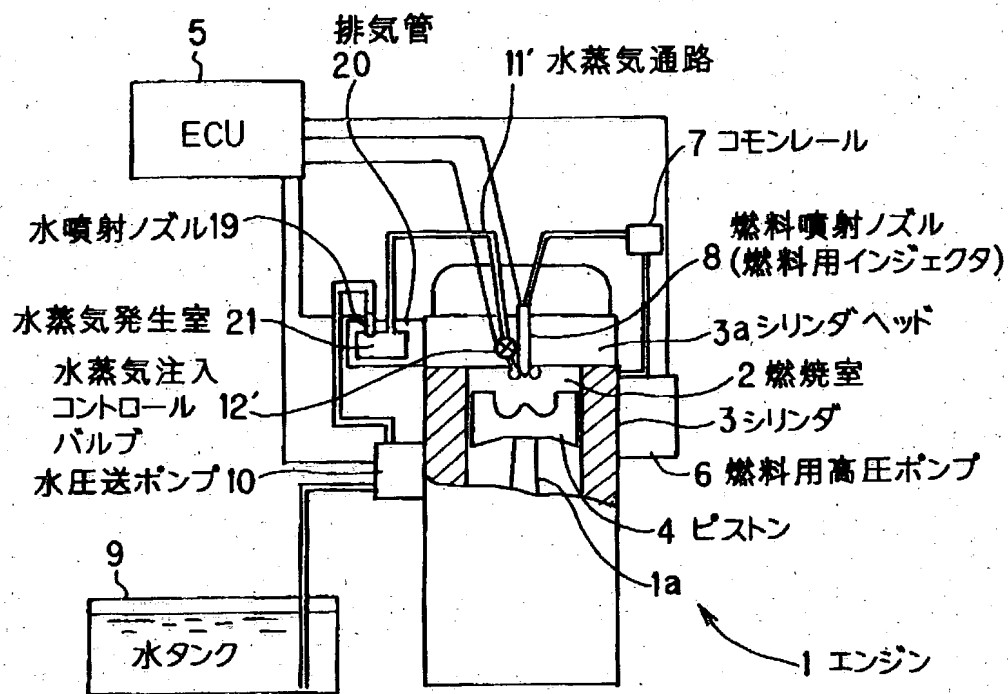
【図4】



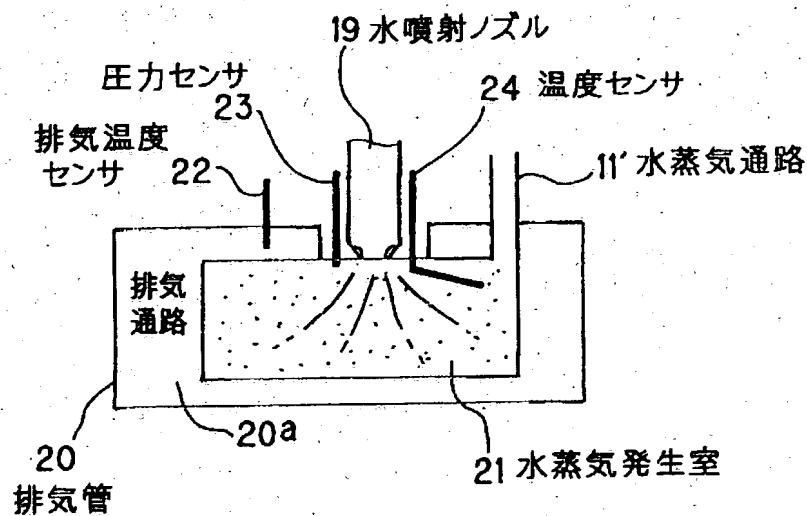
【図5】



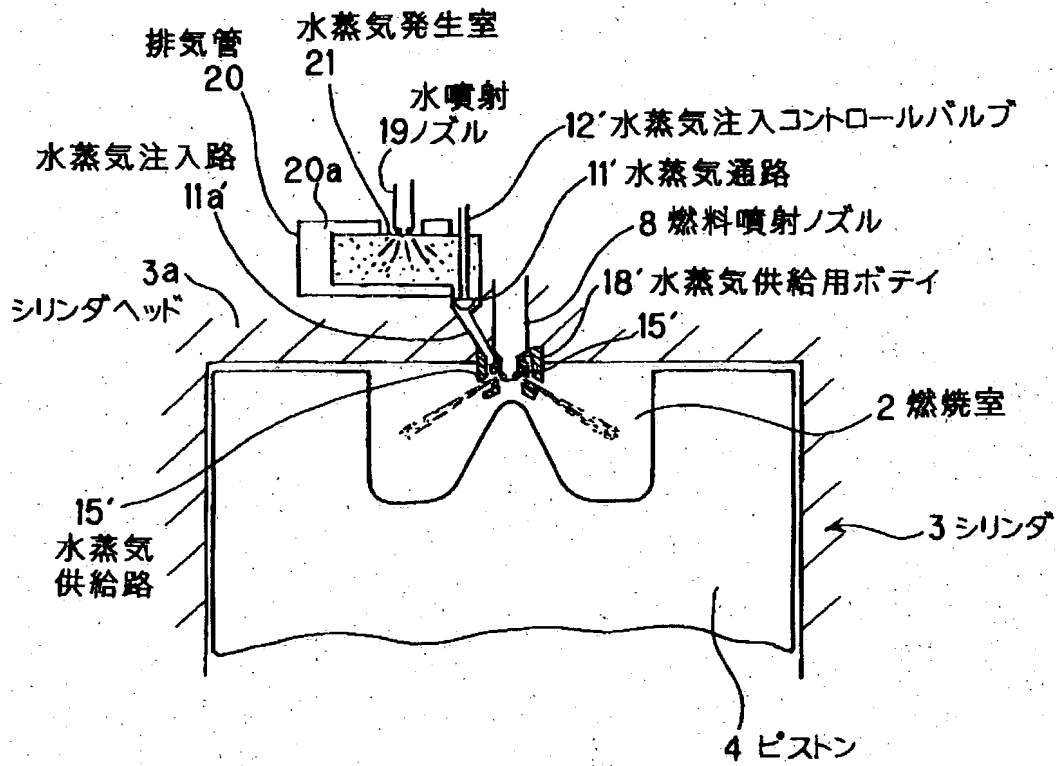
【図 6】



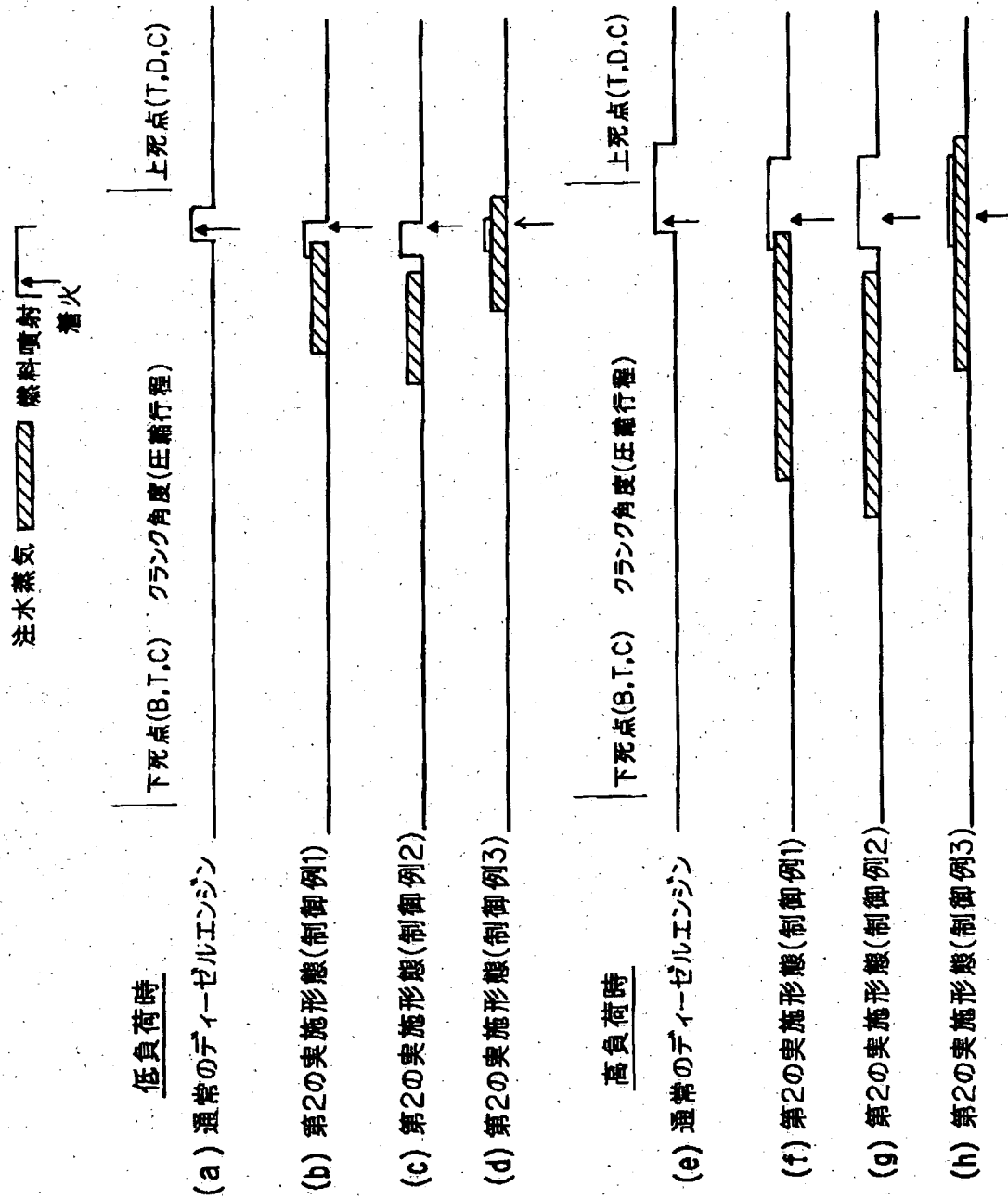
【図 7】



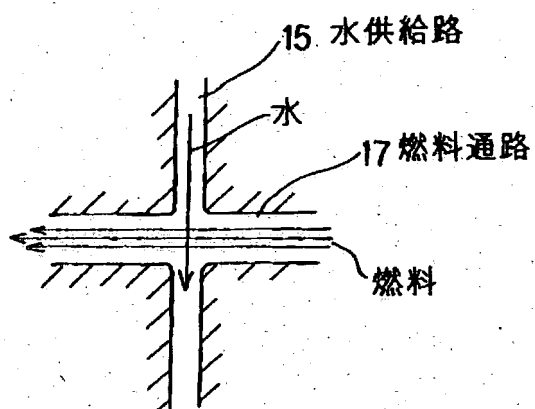
【図 8】



【図9】



【図10】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

燃料と水（不活性材）の混合比を、負荷の大きさに応じて任意に、かつ短時間の間に変化させる制御を行うことが可能で、しかも従来の水エマルジョン燃料と同等に燃焼室内で燃料と水（不活性材）とを均一に混合させることにより従来と同等に窒素酸化物の生成を抑制する。

【解決手段】

燃料噴射ノズル 8 から燃料が、水保持部 1 6 に保持された水（不活性材）に向けて噴射される。ないしは燃料噴射ノズル 8 から燃料が、水供給路 1 5 から供給される水（不活性材）に向けて噴射される。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-216824
受付番号	50201098160
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成14年 7月31日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 7月25日
【特許出願人】	
【識別番号】	000001236
【住所又は居所】	東京都港区赤坂二丁目3番6号
【氏名又は名称】	株式会社小松製作所
【代理人】	申請人
【識別番号】	100071054
【住所又は居所】	東京都中央区湊1丁目8番11号 千代ビル6階 木村内外国特許事務所
【氏名又は名称】	木村 高久
【代理人】	
【識別番号】	100106068
【住所又は居所】	東京都中央区湊1丁目8番11号 千代ビル6階 木村内外国特許事務所
【氏名又は名称】	小幡 義之

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001236]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区赤坂二丁目3番6号

氏 名 株式会社小松製作所